

# HOLDING METHOD AND APPARATUS FOR REDUCING THERMAL STRESS IN WAFER

**Publication number:** JP2004006706

**Publication date:** 2004-01-08

**Inventor:** MICHAEL SOGAADO

**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK

**Classification:**

- international: **H01L21/68; G03F7/20; H01L21/027; H01L21/683; H02N13/00; H01L21/67; G03F7/20; H01L21/02; H02N13/00; (IPC1-7): H01L21/027; H01L21/68; H02N13/00**

- European: **G03F7/20T24**

**Application number:** JP20030065350 20030311

**Priority number(s):** US20020098896 20020312

**Also published as:**

EP1385056 (A2)  
US6734117 (B2)  
US2003176079 (A1)  
EP1385056 (A3)

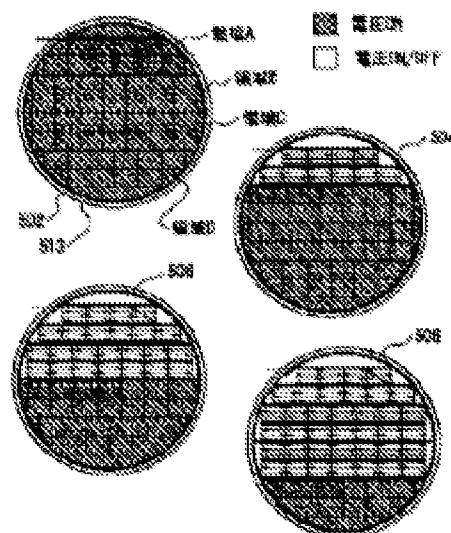
*Report a data error here*

## Abstract of JP2004006706

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and apparatus for holding a wafer for suppressing the positional deviation of the wafer even when the wafer receives radiation by high energy during a lithography process.

**SOLUTION:** A chuck region for holding the wafer is divided into a plurality of sectional regions A, B, C, and D, an unexposed part is fixed to the sectional regions A, B, C, and D, and the fixation of the exposed part is once released. Thus, thermal stress caused in the wafer is released. After the stress is released, the exposed region is fixed again.

**COPYRIGHT:** (C)2004,JPO



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2004-6706  
(P2004-6706A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>		F 1		テーマコード (参考)	
H O 1 L 21/027		H O 1 L 21/30		5 4 1 L 5 F O 3 1	
H O 1 L 21/68		H O 1 L 21/68		K 5 F O 4 6	
H O 2 N 13/00		H O 1 L 21/68		R 5 F O 5 6	
		H O 2 N 13/00		D	
		H O 1 L 21/30		5 O 3 C	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 12 頁)					
(21) 出願番号		特願2003-65350 (P2003-65350)		(71) 出願人 000004112	
(22) 出願日		平成15年3月11日 (2003. 3. 11)		株式会社ニコン	
(31) 優先権主張番号		98896		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号	
(32) 優先日		平成14年3月12日 (2002. 3. 12)		(72) 発明者	
(33) 優先権主張国		米国 (US)		マイケル ソガード	
				アメリカ合衆国、カリフォルニア 940	
				25、メンロ パーク プラシタス アベ	
				ニュ 516	
				Fターム(参考) 5F031 CA02 HA16 HA53 KA06 MA27	
				NA05 PA11	
				5F046 CC08 CC13	
				5F056 EA15	

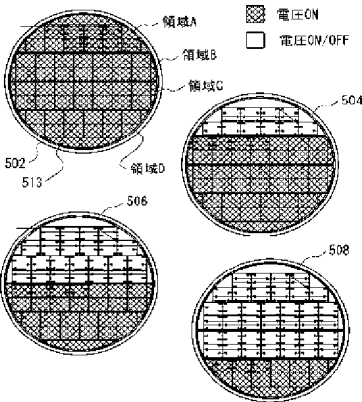
(54) 【発明の名称】 ウェハ中の熱的ストレスを低減する保持方法及び保持装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 リソグラフィ工程中に高いエネルギーで照射を受けても、ウェハの位置ずれを抑制できるウェハの保持方法および保持装置を提供する。

【解決手段】 ウェハを保持するチャック領域を複数の区分化された領域A、B、C、Dに分割し、未露光部はこの区分化された領域A、B、C、Dに固定し、露光された部分は一旦固定を解除する。これによってウェハ内に発生した熱的ストレスは解放される。ストレスが解放された後で、その露光された領域を再固定する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加工処理中に半導体ウェハを区分化されたチャック上に保持する方法であって、  
半導体ウェハをエネルギービームにより露光するために、チャック上の区分化された領域  
で該ウェハを固定する固定工程、  
熱的ストレスを解放するために、半導体ウェハ上の露光された領域を、該領域を固定して  
いる区分化された領域で固定解除する固定解除工程、  
熱的ストレスが解放された後、ウェハ上の露光された領域を前記区分化された領域で固定  
する再固定工程  
を有することを特徴とする保持方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の保持方法であって、  
前記エネルギービームが電子ビームであることを特徴とする保持方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載された保持方法であって、  
前記固定工程及び再固定工程において、静電チャックを使用することを特徴とする保持方  
法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載された保持方法であって、区分化された領域のうち、前  
記固定解除がなされる区分化された領域と固定されている区分化された領域とは隣り合っ  
ていることを特徴とする保持方法。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載された保持方法であって、前記固定解除工程はウェハ搬  
送速度が定速度になった時に行われることを特徴とする保持方法。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載された保持方法であって、露光終了まではウェハを区分  
化されたチャック上で固定し、露光終了後は区分化されたチャック上で固定解除と再固定  
を繰り返すことを特徴とする保持方法。

【請求項 7】

マスク上のパターンをウェハに転写露光する露光装置に使用される、ウェハの保持システ  
ムであって、  
チャック領域が複数の区分化された領域を有するウェハ保持部材、  
区分化された領域上でのウェハの固定及び固定解除を制御するコンピュータを有し、  
該コンピュータは、露光終了まではウェハを当該区分化された領域上で固定し、露光後、  
露光された領域での熱ストレスを解放するために当該区分化された領域での固定を解除し  
、熱ストレスが解放された後に当該区分化された領域での固定を再度行うように制御する  
ことを特徴とする保持システム。

30

【請求項 8】

請求項 7 に記載された保持システムであって、  
前記ウェハ保持部材が静電チャックを有することを特徴とする保持システム。

40

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載された保持システムであって、  
区分化された領域のうち、前記固定解除がなされる区分化された領域と固定されている区  
分化された領域とは隣り合っているように制御することを特徴とする保持システム。

【請求項 10】

請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載された保持システムであって、  
前記コンピュータはウェハ搬送速度が定速度になった時に固定解除するように制御するこ  
とを特徴とする保持システム。

【請求項 11】

請求項 7 乃至 10 に記載された保持システムであって、

50

コンピュータはウェハを露光終了までは区分化された領域上で固定し、露光終了後は区分化された領域上で固定解除と再固定を繰り返すように制御することを特徴とする保持方法

#### 【請求項 12】

マスク上のパターンをウェハ上に転写する露光装置で、  
マスク上のパターンを照明する照明系、  
マスクを保持して移動させるマスクステージ、  
マスクのパターンをウェハ上に形成する結像系、  
ウェハを保持して移動させるウェハステージ  
を有する露光装置であって、

10

前記ウェハステージは請求項 7 乃至 11 のいずれかに記載されたウェハ保持システムを有することを特徴とする露光装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体の製造に関わるものであり、特にリソグラフィ工程でウェハをチャックにしっかりと留める方法、システム及びそれを用いた露光装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】半導体の加工工程で、リソグラフィシステムはパターンをマスクからレジストが塗布されたウェハに転写する。この時、リソグラフィシステムはマスクをエネルギービームで照射し、レジストが塗布されたウェハ上にエネルギービームのパターンを投影する。光を用いたシステムではエネルギービームは光束であり、電子ビームシステムではエネルギービームは電子ビームである。パターンをウェハの所定の位置におくために、ウェハはマスクに対して適切な位置に配置されねばならない。従来より、このために可動ウェハステージ上に取り付けられたチャックにウェハが固定され、マスク及びウェハのアライメントマークを測定するアライメントシステムを使ってマスクとウェハのアライメントが行われ、通常はウェハを移動させてマークが所定の位置にくるようになされる。リソグラフィシステムによっては、マスクを使用しないものもある。その時には、成型された小さなエネルギービームが順次ウェハ上に投影される。

20

##### 【0003】

通常のリソグラフィシステムではアライメントはリソグラフィ加工を始める前に一度行われる。このアライメント手順にはリソグラフィ加工中では収率に影響するようなアライメントズレは生じないという前提がある。これによって時間が節約でき、アライメントのやり直しに要する時間をウェハ露光時間に当てることが出来る。

30

##### 【0004】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ウェハに投影されたエネルギービームは熱に変わる。リソグラフィシステムが新しくなったり、ウェハのサイズが大きくなってくると発生する熱の問題も大きくなってくる。ウェハヒーティングの問題を引き起こす可能性のある新たなリソグラフィシステムは電子ビーム投影リソグラフィシステムである。電子ビーム投影リソグラフィでは電子のエネルギーのわずかな部分しかレジストに吸収されず、その残りのエネルギーはウェハに吸収される。半導体ウェハは正の熱膨張係数を有しており、エネルギーが吸収されると膨張しようとする。ウェハは一般的にはウェハチャックに取り付けられているためにこの膨張に対して拘束された形になっている。従って、露光中にチャックの大きさが変化しないとウェハの大きさも位置もほとんど変化しないことになる。このような方法には、チャックの熱膨張係数が小さいか、熱伝導システムによってウェハから熱が効率よくチャックに流れるという前提がある。更に、チャック上でウェハ、ウェハの一部がスリップしないという前提もある。

40

##### 【0005】

しかしながら、チャック上にウェハを留める力よりも加熱されたウェハの熱的なストレス

50

が大きくなるとウェハはスリップを起こす。チャック上でまだ露光されていない部分がスリップを起こすとこの部分をマスクに対してアライメントを取ることは不可能になり、収率の低下を余儀なくされる。

#### 【0006】

場合によっては、チャックにウェハを留めおく力をより強くすることによりウェハの熱ストレスによるスリップとアライメントミスの問題を回避出来ることもある。例えば光学式のリソグラフィ工程で使用されている真空チャックはウェハをしっかりと固定して熱ストレスによるスリップやアライメントミスを防止できる。残念ながら、この方式はウェハの大きさが増加したり、温度がさらに増加する場合には有効ではなくなる。最終的に、リソグラフィ工程中で増加した熱ストレスがウェハを固定する真空チャックを上回ることになる。

10

#### 【0007】

荷電粒子線や電子線リソグラフィの場合（EBPL）や極端紫外リソグラフィ（EUVL）の場合には、ウェハをチャックに固定すること自体が難題となる。EBPLやEUVLで真空中で露光がなされるために、ウェハをチャックに固定する方法は、例えば、静電チャックによることになる。このチャックは一般的には真空チャックよりも固定力が弱く、熱ストレスにより生じるアライメントミスの問題がより深刻になってくる。露光領域での温度が上がり熱的ストレスが増加する。もし、熱的ストレスがチャックの局所的な固定力を越えるとウェハは瞬時にチャックより離れ、チャック表面に沿ってスリップし、再びチャックに固定される。この結果ウェハの未露光部分がスリップするとそれ以降のリソグラフィパターンにはアライメントミスが生じることになる。

20

#### 【0008】

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、半導体ウェハが製造中に変位することを抑制する方法を提供するものである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明では上記課題を解決するために、

加工処理中に半導体ウェハを区分化されたチャック上に保持する方法であって、半導体ウェハをエネルギービームにより露光するために、チャック上の区分化された領域で該ウェハを固定する固定工程、

30

熱的ストレスを解放するために、半導体ウェハ上の露光された領域を、該領域を固定している区分化された領域で固定解除する固定解除工程、

熱的ストレスが解放された後、ウェハ上の露光された領域を前記区分化された領域で固定する再固定工程

を有する保持方法を用いている。この方法では、区分化されたチャックの複数の区分領域でチャックにウェハを固定、固定解除する操作を行う。熱的ストレスを生じさせるような露光はチャックに固定したウェハ領域に対して行い、露光が終わったその領域の固定力を解除して熱的ストレスを解放する。熱的ストレスが解放されたらその領域を再び固定するというものである。これによって露光された領域の熱によるストレスが解放されるため、予期しない位置ズレがウェハに生じることが無くなる。

40

#### 【0010】

この方法は熱的な影響が大きい電子ビームを用いる露光に特に有効である。また、この時静電チャックを用いると固定・固定解除の操作が容易に行える。さらに固定解除を行う際には、その隣接する領域は固定して位置ズレの防止を行ったり、ウェハに力が加わらない定速度の時に固定解除を行って位置ズレを防止することは有効である。

#### 【0011】

更に、露光を終えた部分の位置ズレは問題にならないことを考えて、露光が終了した領域では固定解除と再固定を繰り返して熱的なストレスが蓄積されるのを防止することも有効である。

#### 【0012】

50

また他の手段としては、

マスク上のパターンをウェハに転写露光する露光装置に使用される、ウェハの保持システムであって、

チャック領域が複数の区分化された領域を有するウェハ保持部材、

区分化された領域上でのウェハの固定及び固定解除を制御するコンピュータを有し、

該コンピュータは、露光終了まではウェハを当該区分化された領域に固定し、露光後、露光された領域での熱ストレスを解放するために当該区分化された領域での固定を解除し、熱ストレスが解放された後に当該区分化された領域の固定を再度行うように制御する保持システムである。即ち、区分化されたチャック（クランプ）の複数のチャックの区分

10

域にウェハを固定し、チャックの区分域上に固定されるウェハの領域には最低1つのチャックがあるように制御する。そして、1つ又はそれ以上の各領域を選択的にウェハの各々の区分の固定・固定解除を選択的に行うように、区分されたチャックを操作する。操作としては、露光により熱的ストレスが生じ露光時にはウェハの露光領域を固定して、露光後は熱的ストレスを解放するために露光された領域の固定を解除するようにチャックを操作し、露光された領域の熱的ストレスが解放された後再びウェハを固定する様にする。このような保持システムを用いることにより熱的なストレスが解放されていくのでウェハの予期せぬ位置ズレが生じることが無くなる。

#### 【0013】

更にこの保持システムをウェハステージに組み込むと熱ストレスによるウェハの位置ズレが防止される露光装置が得られ、半導体製造リソグラフィ工程が収率よく行える。

20

#### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

本発明の要点は以下の通りである。

リソグラフィ工程中でレジストが塗布されたウェハをエネルギーをもって露光すると熱的ストレスが発生する。この熱的ストレスはウェハが効果的に拘束されていると大きな熱的変形を引き起こす。その場合、例えばウェハがチャックに拘束されていても、ストレスが大きくなると、ウェハ又はその一部はチャック上でスリップを起こし、リソグラフィ工程を不正確なものにしてしまう。本発明を実行するためのひとつの実施方法では、露光されたウェハの領域を周期的にチャックから固定解除してウェハの熱的ストレスを解放する。これによりそれぞれの領域が膨張したり、収縮したりすることが可能になり、その時に熱的

30

ストレスが解放される。この手順を繰り返すことによって露光された部分の熱的ストレスが解放され、未露光領域へストレスが伝わることで低減される。熱的ストレスの低減により電子ビームリソグラフィ工程中でウェハを静電チャックにより効果的に固定できるようになる。また、真空チャックのような他の方のチャックで固定する場合も通常の光学的リソグラフィ工程で有効である。

#### 【0015】

以下に本発明の実施例を図を用いて説明する。

図1に示されているのは、EBPLシステム100である。電子銃102で発生した電子ビームは電磁レンズ117によりレチクル115（マスク）上に集められる。レチクルを経たパターン化された電子ビームは別の電子レンズ117によりレジストが塗布されたウェハ118上に結像される。レチクル115は可動ステージ121上に搭載され、ウェハは区分化された静電チャックにより可動ステージ122に固定されている。初期状態で、レチクル115とウェハ118は（不図示の）アライメントシステムにより互いに位置あわせされ、また電子ビームとも位置あわせされている。電子ビームの位置とその特性は電磁偏向器106とダイナミック補正器119によって制御されている。このダイナミック補正器とは、焦点補正器、非点補正器であり、ビームのON-OFFは電磁ブランカー（blanker）104によって行われる。このような構成部材はシステムコンピューター118によって制御されている。システムコンピューター118はマスクのデータメモリ120からの情報を使って電磁偏向器106、ダイナミック補正器119及び電磁ブランカー104を制御し、同様にウェハ上のダイ（die）の位置情報も制御に使用される。区

40

50

分化された静電チャックの制御は区分化されたチャック制御コンピュータ（前記システムコンピュータ118内に配置されているコンピュータ）によりなされる。電子光学系とステージは真空環境に置かれている。

#### 【0016】

電子ビームリソグラフィシステムの他の型がある。例えば、単一の、小さな成形された、又は成形可変なビームを使ってウェハ上でパターン形成し、順次全てのパターンを形成する方法である。又は、独立した複数の電子ビームが同時に数このチップを描画する方式である。そのようなシステムは図1のシステムに似ているが、レチクルもレチクルステージもなく、電子ビームに対するウェハの相対的な位置決めだけが行われる。

#### 【0017】

図2が示しているのは、チャック上に固定されたウェハのスリップを低減するためのリソグラフィ工程の手順に関するフローチャートである。最初露光される前は、ウェハは区分化されたチャックの各区分領域に固定されている。この配置ではウェハのリソグラフィ装置へのアライメントが保持されている。ウェハ上でチップを露光する順序は特に定められた露光基準により決められる。例えば、EBリソグラフィシステムによっては、単一の電子ビームを使用して蛇行経路でチップを順に露光するものがあったり、複数の電子ビームを用いてチップを同時に複数個露光するものもある。

#### 【0018】

ウェハはリソグラフィ工程（204）中で露光される。ウェハに熱の形で伝わる量はウェハの大きさやリソグラフィ工程に依存している。ウェハが大きくなると蓄積されるエネルギーも大きくなり、これがより大きなストレスが発生させられてスリップやアライメントミスにつながっていく。例えば、図1の電子ビームシステムでの100KVの電子ビーム100は普通ウェハの表面60 $\mu$ m以内で吸収される。ウェハの全体的な厚さは750 $\mu$ m程度なので、表面60 $\mu$ m内での熱的ストレスはウェハの裏面でのストレスより遙かに大きく、このことが垂直・水平力を発生させる。垂直力はウェハを保持しようとする力とは反対方向に作用し、その力が十分に強くなるとウェハはカップ型に変形し、加熱された領域の中央部でチャックから盛り上がってしまう。さらにこのような状態では例えば小さいストレス水平成分であってもウェハを局所的に位置ズレさせる。

#### 【0019】

露光された後に冷えて再びチャックをストレス無く固定するとウェハのズレは部分的になり局所的なアライメントミスになる。このアライメントミスは付加的な横方向の力をウェハの未露光領域に及ぼし、もし、横方向の力がウェハを保持しているウェハとチャックの摩擦力を越えると、結果的に未露光部のスリップを引き起こす。気をつけないといけないことは、ウェハの露光された領域のスリップはそれ自体は問題にならないことである。

#### 【0020】

熱的ストレスによるスリップを防止するためには、熱的ストレスがたまった時（206）に区分化されたチャックから露光された領域の固定を解除することである。露光された領域を区分化されたチャックから固定解除すると、熱的なストレスは大幅に解放され、動きが固定されていない部分のみに限定される。固定されていない露光領域は加熱・冷却時に自由に変形出来、近くの領域に問題を起こすような熱的ストレスを伝えない。露光された領域が固定されていないので、垂直な力、水平の力とも未露光領域にてこの作用を及ぼさない。これによりウェハの未露光領域では垂直・水平力ともなくなっている。

#### 【0021】

1つの実施方法としては、ウェハのひとつの領域だけを所定の時間間隔でチャックから解放することである。これが露光された領域での熱的ストレスを低減し、一方他の多くのウェハ上の領域は区分されたチャックに固定する。この代わりに、複数領域で同時にあるいは時間間隔を置いてチャックの固定を解除しても良い。しかしあまり多くの領域の固定を所定の時間間隔で解除すると熱的ストレスはより急速に解放され、未露光領域のアライメント誤差が増加する。

#### 【0022】

10

20

30

40

50



1つの領域を適切なタイミングでチャックから固定解除するとウェハがスリップする可能性は低くなる。例えば、ウェハステージが定速度で動いている時や、ウェハが動いていない時にウェハの固定解除を行う。ウェハが固定解除された時にも横方向の力を受けなけいようなタイミングで固定を解除すると、ウェハのスリップが抑えられる。例えば、区分化されたチャックをプログラムにより制御し、ステージの方向転換時やステージが別のチップを位置あわせするために定速度で動いている時に固定解除を行う。

#### 【0023】

迅速に固定と固定解除を行うために、現在入手可能な静電チャックを使って本発明を実施できる。例えば、Electrostatic Pick off Pitsubunは静電チャックを製造しており、そのチャックは1秒以内に固定・固定解除を行える。静電チャックの高速動作に関する定量的記載は、M. Nakasui等によるJournal of Vacuum Science and Technology Vol. A12, Pt. 2834 (1994)に見られる。幸い熱的ストレスはかなり強いと考えられるので、ストレスの大部分を開放するために区分化されたチャック領域の静電力を遅延させる必要はないかも知れない。このように、上述の固定用チャックを本発明にあうように構成すれば、他の方法により考えられるウェハ固定解除時間よりも早い動作時間でウェハの固定・固定解除が可能になる。

#### 【0024】

図2を参照すると、区分化されたチャックとEBPLシステム100の関連する部材はウェハステージにより再位置あわせがなされ、リソグラフィ工程がウェハの他の領域に適用される。

#### 【0025】

一方、露光された領域のストレスが解放されると露光された領域はチャック(210)に再固定される。リソグラフィ工程中に、露光された各領域は固定解除、再固定が数回行われ、加熱・冷却により生じた機械的なストレスが緩和される。固定・固定解除の実際のタイミングは以下の2つ点を考慮して設定される。2つの点とは、ウェハステージの動きと固定・固定解除がなされる区分上のチップの露光完了時である。

#### 【0026】

図3が記しているのは、多くのチップを有するウェハ113とリソグラフィ工程で各チップを露光する順序を示す蛇行路である。また、レチクルステージ121が使用するレチクルステージの走査路308と310も記されている。EBPLシステムはレチクル115の異なる部分から像をウェハ上に投影する。最終的に、レチクルステージ121とウェハステージ122を適切に移動させ、システムコンピュータにより電磁偏向器106、ダイナミック補正器119、電磁ブランカ104を制御して電子ビームを変更することにより全体のチップパターンが転写される。

#### 【0027】

レチクルステージ走査路308は、図3においてウェハ上で308Wと印されたチップをパターン化する時に用いられるものであり、レチクルステージ走査路310はウェハ上で310Wと印されたチップをパターン化する時に用いられるものである。矢印はステージの走査方向を示している。レチクル115を通して電子ビームによりチップが露光されると、ウェハステージ122は次のチップの位置にステップ移動し、走査露光工程が繰り返される。この例では、ウェハステージ122はステージ行路302、304、306をとる。リソグラフィ装置内でウェハ上の異なるチップにステップ移動する経路が破線で示されている。

#### 【0028】

図4は区分化されたチャック116の上面400と、区分化された領域402、404、406、408を示している。先に記したように、図1の区分化されたチャック116はウェハ113を固定したり、固定解除したりする。この固定・固定解除時には適切に調節された電圧がチャックの区分化された領域に与えられる。ウェハ上の露光された領域で固定解除を周期的に行うことにより熱的なストレスが解放され、ウェハ上の未露光領域がス

10

20

30

40

50

リップする確率が低下する。この方法は区分化された真空チャックにも適用が可能である。所定の領域でウェハを解放するには急速に真空状態を解除する。熱的ストレスはかなり強いと考えられるので、ストレスの大部分を開放するために区分化されたチャック領域の真空を完全に解除させる必要がないかも知れない。

#### 【0029】

図5はEBPLにより加工されている幾つかのウェハ513の上面図とウェハを固定する区分化された静電チャックを示している。ウェハのスナッフショット502はチャックの区分化された領域A、B、C、D上に位置あわせされたウェハ領域を示している。ウェハのスナッフ502はウェハの下にある静電チャックの区分化された領域が初期状態では全て電圧が加えられて励起された状態であり（電圧ON）、ウェハ上の該当領域を吸着している。矢印は、EBPLにてウェハ上のチップが露光される時にウェハステージが走査される経路を示している。

10

#### 【0030】

ウェハステージが領域AからBを通るとき、ウェハに吸収された大部分のエネルギーは領域Aの近くに残り、熱的ストレスも領域Aの近くに残る。この時に、領域Aの下にある区分化されたチャックの該当部の励起を解除する。これにより、ウェハスナッフショット504に示されているように、他の未露光領域へのストレスの影響が低減される。区分化されたチャックの励起が解除されると、ウェハのその部分のスリップとそれに基づくアライメントズレが生じる可能性がある。しかし幸いなことに、固定が解除された領域の露光は既に完了しているのでその領域のアライメントはそれほど問題にはならない。

20

#### 【0031】

図5はウェハ上の各チップが区分化された1つのチャック領域の境界部に存在する場合を示しているが、代替的な配置も可能である。例えば、いくつかのチップを隣接する2つ又はそれ以上の区分化されたチャック領域に配置してもよい。このような配置を取るためには、本発明の変形実施法としては、2つ又はそれ以上の区分化された領域の固定を、その上のチップの露光が完了したら、解除することである。

#### 【0032】

領域Aでの熱的ストレスが緩和されると領域Aの下にある区分化されたチャック領域は再び励起され、ウェハが再固定される。何度もチャックに印可する電圧をON-OFFすることによりリソグラフィ工程で区分化されたチャックの熱的ストレスを解放できる。これは露光により加熱された部分が膨張し、冷えたときに収縮出来るからである。

30

#### 【0033】

ウェハステージの走査が進んでウェハの差し絵図506のように領域Cにきたとき、領域Bが静電チャックから固定解除され、上記領域Aと同じように、ストレスが解放される。同様に、周期的に静電チャックへの印可電圧をON-OFFすることにより領域A、Bの固定・固定解除し、加熱・冷却による熱的ストレスをさらに解放する。

#### 【0034】

ウェハ図508は、電子ビームがウェハ上の領域Dを加工し始めた時の領域Cに対する同様な操作を示している。この時は、領域Dが露光され、領域A、B、Cに対応する区分化されたチャック領域の固定・固定解除が行なわれて熱的ストレスが解放される。

40

#### 【0035】

一般的に、ひとつの領域の固定を始めるのは、リソグラフィ工程中でその領域のチップが全て露光され終わった後であり、ウェハステージが停止するか定速運動に入った時に合わせて始める。例えば、ウェハ図504での領域Aの露光が終了するとこの領域に対応する静電チャックの電圧を周期的にON-OFFする。領域A、Bの露光が終了するとこの領域A、Bに対応する区分化された静電チャックへの電圧印可がON-OFFされる。同様に、領域A、B、Cの露光が終了するとこの領域A、B、Cに対応する区分化された静電チャックへの電圧印可がON-OFFされる。

#### 【0036】

この固定方法の作用は、部分的作用だが、ウェハの未露光領域にストレスが伝わる前にウ

50

ェハのその領域を固定化解除することに基づいている。重要なことは、露光された領域の熱は露光が終了しないと未露光領域に伝わらない、とうことである。もちろん、この条件が満足されないとう露光領域の熱的ストレスが解放される前に未露光領域に伝わってしまう。

#### 【0037】

幸いなことに、本発明による周期的固定方法は多くの半導体製造プロセスにおいて熱的ストレスを解放する。例えば、図6は直径が200mmの一般的なウェハを示しているが、ここには $20 \times 25 \text{ mm}^2$ の大きさのチップが48個含まれている。距離Xを通して熱が拡散しての温度は、 $e \times P (-X^2 / \kappa t)$ により表現され、ここにtは露光後の時間であり、 $\kappa$ はウェハの熱拡散係数である。シリコンに対して $\kappa$ の値を $90 \text{ mm}^2 / \text{sec}$ とすると、距離200mm(直径)を経た点での温度上昇がその最終的な値の $e^{-1}$ になる間での時間はおよそ450secである。また、電子ビーム投影システムのスループットが30/hourを越えるとうと考えられている。従って、ウェハのオーバーヘッド時間(overhead time)をおよそ20secとすると、48チップ全てを露光するに要する時間は100secとうことになり、上で記した熱拡散時間450secより短い。本発明に従ってウェハの周期的な固定を行うことにより、相当量の熱が露光領域に局在化されたままになり、拡散するには時間が無いことになる。

10

#### 【0038】

スループットがより高い他のリソグラフィシステムにおいては、熱が未露光領域に拡散するための時間はより短いことになる。以上の計算では、通常熱交換がなされているチャックへの熱の伝達は無視した。従って、他の実行方法は熱交換システムだけを用いる方法や本発明との組み合わせとうことになる。ここで本発明の特徴となるのは熱的ストレスが未露光領域に伝わらないことである。

20

#### 【0039】

熱拡散の時間経過と測定値がより定量的に、伝熱方程式の解析的な解として図7に与えられている。この解においては、ウェハは薄い板として取り扱われ、露光はウェハ上の各チップのほぼ中央に与えられるとうしている。さらに、ウェハは熱的に絶縁され、熱はウェハチャックには伝わらないとう仮定している。露光順序は、直径200mmのウェハにチップが48個あるとうして図6に示す順序で行われるとうしている。更にスループットは30枚/hourとし、各チップの露光時間は約2秒である。温度の計算は各領域の露光終了直後の時点に対して行われ、温度の表示はウェハの厚さの半分のところでの値である。この例では、領域Aは21秒後が露光終了時刻、領域Bは51秒後が露光終了時刻、領域Cは79秒後が露光終了時刻である。

30

#### 【0040】

温度は1に規格化されて図7中、3次元的に702、704、706に、2次元のグラフとして708、710、712に示されている。2次元グラフの輪郭線は10分の1の温度変化を示す。これらのグラフが示しているように、熱は大部分が露光された領域に残り、未露光領域に伝わる時間が無い。このことは露光終了後しばらく時間が経ってもほぼ同じである。しかし、この時ウェハステージは他の領域に移動している。この間には熱的ストレスは局所化されたままであるので、露光された領域を区分化されたチャックから固定解除するとウェハ上の未露光領域への熱ストレスの影響は低減される。

40

#### 【0041】

ここでは例示のために特定の実施例を記してきたが、本発明の本質から離れないで色々な変更や修正が行える。例えば、発明の工程を異なった順序で実施しても好ましい効果が得られる。さらに、4つに分けられた区分化チャックを例にしたが、更に多くの区分化や逆に少ない区分化でも良く、区分自体も1次元的な区分より2次元的な区分にしても良い。より多く区分化されたチャックを用いるとう熱的ストレスをより迅速に、完全に解放できる。逆により少なく区分化されたチャックを用いるとう、熱的ストレスは増加するかもしれないが、設計が簡単になり、費用も安くなる。さらに、電子ビーム投影リソグラフィで、静電チャックを使用する系に対して今まで説明を加えてきたが、他のリソグラフィシステム

50

にも同様に適用出来る。例えば、真空チャックを区分化して本発明を適用出来る。また、使用するエネルギービームにしても、可視光、紫外線（UV）、遠紫外線（deep UV）、極端紫外線（EUV）の使用が可能である。半導体製造法にしても、リソグラフィ、金属のデポジション（metal deposition）、誘電体のデポジション（insulator deposition）、イオン打ち込み（ion implantation）、プラズマエッチング（Plasma etching）、熱的アニール（thermal anneal）、化学・機械的研磨（chemical mechanical Polishing）、ウェハ検査（wafer inspection）、ウェハ試験（wafer testing）、測量（metrology）等に対して適用可能である。従って、本発明は上記の実施例に限定されるわけではない。

10

【0042】

【発明の効果】

上記のように本発明では、露光を終えたウェハ領域を一旦チャックへの固定を解除し、熱ストレスが解放させることによってウェハの予期せぬ位置ズレを防止できる。また、このために特にコストのかかる装置を要せず、簡単な装置で有効な効果を発揮させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウェハを所定の位置に静電チャックにより保持する電子ビーム投影リソグラフィシステムを示す。

【図2】チャック上に固定されたウェハがスリップしないようにするための操作手順を示すフローチャートを示す。

20

【図3】多くのチップが露光されるべきウェハとリソグラフィ工程中で露光される順を示す蛇行した走査パターンを示す。

【図4】ウェハを固定するために使用される区分化されたチャックの表面を示す。

【図5】EBPLと区分化されたチャックを使用して加工された状態を時間変化として示す。

【図6】一般的なチップとウェハの直径を示す。

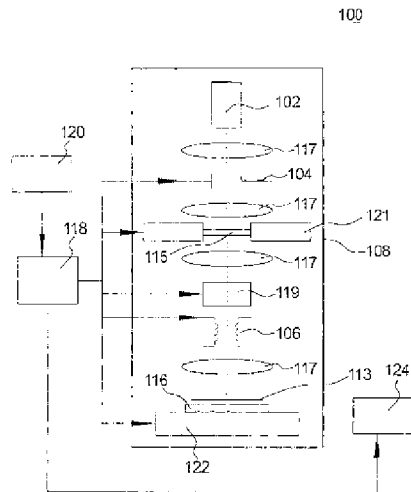
【図7】ウェハの温度分布を2次元、3次元的に示す。

【符号の説明】

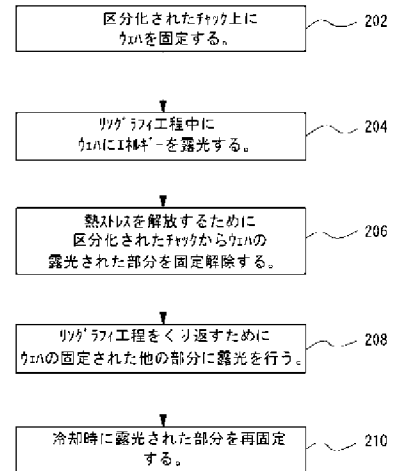
100	・・・	EBPLシステム	102	・・・	電子銃102
117	・・・	電磁レンズ117	115	・・・	レチクル115（マスク）
118	・・・	ウェハ	121	・・・	可動ステージ
106	・・・	電磁偏向器	119	・・・	ダイナミック補正器
104	・・・	電磁ブランカー（blanker）			
118	・・・	システムコンピュータ	120	・・・	データメモリ
808, 810	・・・	レチクルステージの走査路			
802, 804, 806	・・・	ウェハステージ行路			
116	・・・	区分化されたチャック			

30

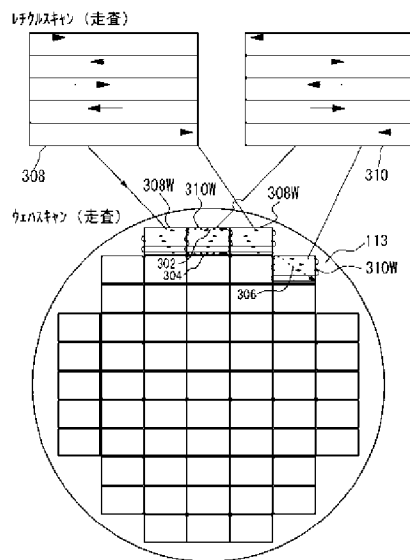
【図 1】



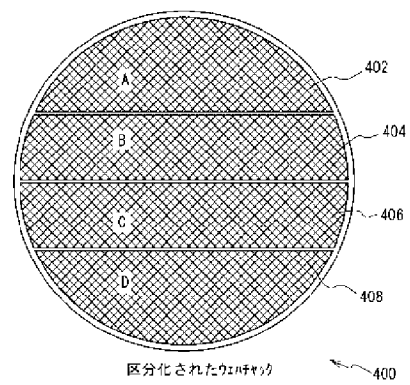
【図 2】



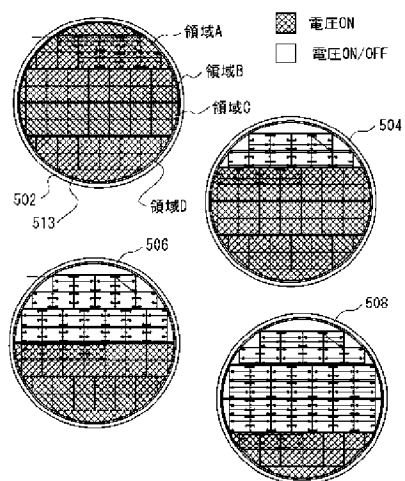
【図 3】



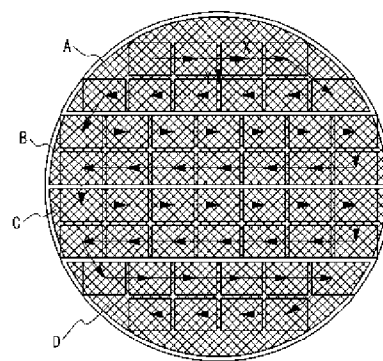
【図 4】



【図5】



【図6】



直径200mm ウェハ 20×25mm<sup>2</sup> のチップ48個

【図7】

